

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-213237

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 02 K 3/34  
15/12

識別記号

庁内整理番号

A-7429-5H  
F-7052-5H

⑬ 公開 昭和60年(1985)10月25日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 回転電機のコイル

⑰ 特 願 昭59-66803

⑱ 出 願 昭59(1984)4月5日

⑲ 発 明 者 井 上 良 之 横浜市鶴見区末広町2の4 株式会社東芝京浜事業所内  
⑲ 発 明 者 内 田 隆 次 横浜市鶴見区末広町2の4 株式会社東芝京浜事業所内  
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地  
⑲ 代 理 人 弁 理 士 則 近 憲 佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

回転電機のコイル

2. 特許請求の範囲

(1) 外周にマイカ層およびその外側のフィルム層を有する平角素線を2列以上に並列した素線束の列間にプリブレグシートを介設し、この素線束を加熱モールドして一体に固着し、素線束のまわりにマイカシートまたはマイカテープを巻回し、液状樹脂を含浸して硬化したことを特徴とする回転電機のコイル。

(2) プリブレグシートは、高分子フィルムあるいは高分子繊維あるいは高分子フィブリッドあるいは無機繊維のうちの少なくとも一つからなる薄葉材料にワニスが付着させ半硬化状としたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の回転電機のコイル。

~~(3) 薄葉材料は、芳香族ポリアミドの繊維またはフィブリッドの少なくとも一つと極細ガラス繊維とを混抄したものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の回転電機のコイル。~~

~~求の範囲第1項記載の回転電機のコイル。~~

(3) 薄葉材料は、芳香族ポリアミドの繊維またはフィブリッドの少なくとも一つと極細ガラス繊維とを混抄したものであることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の回転電機のコイル。

(4) ワニスは、素線束を加熱モールドしたときに素線角部の空間を埋めることなく、また直接隣接する素線間にも没入することのない量であることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の回転電機のコイル。

(5) プリブレグシートにおけるワニスの樹脂分の量は60ないし80重量%であることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の回転電機のコイル。

3. 発明の詳細な説明

[発明の技術分野]

本発明は、回転電機に用いられる埋巻含浸絶縁のコイルに関する。

[発明の技術的背景とその問題点]

高電圧回転電機用のコイルには、その製造方法によりレジソリッチ絶縁コイルと真空加圧含浸絶

線コイルがあるが、本発明は後者に関するものである。またコイルの形として亀甲形コイルと、ハーフターンコイルとがあり、本特許は両者に適用できるが、ここでは主に亀甲形コイルについて説明する。

亀甲形コイルは、素線絶縁を有する平角導線を巻型に所定回数巻付けする工程と、コイル直線部をワニスを用いて接合し剛性を持たせる素線束モールド工程と、亀甲形に成形する工程と、マイカテープを巻回し主絶縁を施す工程と、全含浸絶縁の場合には鉄心スロットに組込む工程と、最後に含浸レジンを真空加圧含浸し加熱硬化する工程によって回転電機に適用される。

従来のコイルにおいては、素線絶縁として、ガラス巻線、エナメル線、ガラス巻エナメル線が用いられ、また、コイル直線部の素線の接合には、導体束周囲にプリブレグガラステープを巻回する方法、あるいはワニスを塗布しながらガラステープを巻回する方法、あるいは、ワニスを多量に含んだプリブレグガラスシートを素線間に挟み加熱

モールドする方法が採用されている。

従来のコイルの一断面例を第1図に示す。1は素線導体、2は素線絶縁、3は素線束を接合するためワニスを塗布しながらガラスクロスを巻回した素線束接合層、4はマイカテープ巻回による主絶縁層、5は低抵抗層である。従来のコイルはこのように長方形断面をしているのでその四隅即ち第1図のA部分で電界が集中し、この部分で電気的に破壊することが多い。すなわち、素線絶縁2及びその上に配置される素線束接合層3として耐コロナ性及び絶縁耐力の優れない有機材料やガラス繊維を用いた場合導体1の角部から容易に電気的破壊経路が発生し進展する。更に、素線束を結束するためにプリブレグガラステープ巻き、または、ワニスを塗布しながらのガラステープ巻きを施した場合、素線束角部において第1図Bに示すようにワニスまたは、ガラスクロスが角張ることがあり、この角部の主絶縁層4の厚さが薄くなり、絶縁破壊電圧の低下、課題寿命の短縮を招くことがある。

また、コイルの絶縁耐力を高めるために、素線としてマイカ平角導線を用い、上述のような素線束の接合方法を用いた場合には、素線絶縁表面のかなり広い部分がワニスでおおわれ素線絶縁への含浸レジンの含浸が阻害され特性が悪くなることがある。またプリブレグガラスシートを素線間に挟んで加熱モールドにより接合させる方法を採用した場合でも、十分な接合強度を持たせるためには、ワニス量を多くする必要があり、加熱モールド時にワニス流れ素線間の空隙がこのワニスで埋められ、含浸性が向上しない。

#### 〔発明の目的〕

本発明は、素線絶縁および素線束内にレジンが十分に含浸され、したがって接合強度<sup>と</sup>絶縁耐力の高い回転電機のコイルを提供することを目的とする。

#### 〔発明の概要〕

本発明の回転電機のコイルは前記目的を達成するために、外周にマイカ層およびその外側のフィルム層を有する平角素線を2列以上に整列した素

線束の列間にプリブレグシートを介設し、この素線束を加熱モールドして一体に固着し、素線束のまわりにマイカシートまたはマイカテープを巻回し、液状樹脂を含浸して硬化したものとし、素線間の接合面積を最小限にし、隣接素線角部に含浸レジンの径路となる空隙を確保し、素線絶縁及び主絶縁の含浸性を高めるようにする。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の一実施例について、第2図を参照して説明する。素線導体1にマイカテープを巻回し、かつ最外層はフィルム面がくるようにしたマイカ絶縁層6を有する素線を巻型に巻き付け、亀甲形に成形後直線となる部分の素線列縦方向に素線列高さ方向寸法を越えない幅寸法のプリブレグシート7を挿入し、この直線部を加熱モールドし、素線間を接合する。次に亀甲形に成形し、コイル全局にマイカシートの巻回またはマイカテープ巻回により主絶縁層4を施す。全含浸の場合には上記コイルを鉄心スロットに挿入し、それ以外の場合にはコイル単体で、含浸レジンを真空加圧含

浸する。次に加熱炉中でレジンを硬化させることにより本発明のコイルが完成する。ここで縦層間のプリブレグシート7としては、ガラスクロスより表面が平滑な材料、たとえばポリエステル、ポリイミド等の高分子フィルム、不織布、芳香族ポリアミドの紙状物（デュボン社製ノメツクス、日本アロマ社製Aテイシユ等）、芳香族ポリアミドの繊維やファイブリッドとガラス繊維との混抄物（日本アロマ社製GA紙、GAボード等）などを基材とし、エポキシワニス等を塗布または含浸しプリブレグ状にしたものを使用する。ワニスの塗布または含浸量は、素線の接着に必要最小限に押え素線束の加熱モールド後のコイル断面を第3図に示すように、ワニス8が流れても素線角部間にはなお空隙溝9が残っているようにする必要がある。この目的を達するには、たとえば基材として日本アロマ社製0.13mm厚さのGA紙を用いた場合、プリブレグシート全体に対するワニス固形分の含有率を60～80重量%とすれば良い。

次にこの回転電機のコイルの作用について述べ

る。

まず含浸レジンのコイルへの含浸状態について説明する。含浸レジンは主にマイカテープの重ね合わせ目の細隙を浸透しながら主絶縁層4内側に含浸していく。細隙を円管と仮定するとその円管を単位時間内に通過する流体の流量 $Q$ は管径の4乗に比例する（ポアズイユの法則）。したがって含浸性を高めるには、断面の大きい細隙を確保しておくことが望ましい。一方型巻きしたコイルへの含浸を考えた場合、コイル曲線部は、どうしてもマイカテープを完全にピッタリと巻くことが困難なため、マイカテープ間には、含浸レジンを透過させ易い空隙ができる。また、亀甲コイルにおいては口出し線、ハーフターンコイルにおいては主絶縁端部には、大きい空隙ができ、含浸レジンは素線部分まで容易に浸入することができることから、コイルのエンド部はコイルの直線部に比べ格段に含浸しやすい。コイル全体に含浸レジンを完全に、しかも合理的な時間内に含浸させるには短時間にコイルエンド部素線部分に含浸したレジ

ンを、効果的にコイル直線部の素線まで導いてやる必要がある。

本実施例のコイル直線部素線束周辺には、第3図に示すようにマイカ絶縁層6とプリブレグシート7との間の空隙溝9、及び素線角部と主絶縁層4との間の楔形の空隙溝10が確保され、コイルエンド部に含浸したレジンは、上記空隙を通り速かにコイル直線部の素線周りに導入され、従来のコイルに比べ飛躍的に含浸性が向上する。

一方、第3図に示す程度にプリブレグシート7の接着ワニス8が流れていれば、その後の主絶縁のマイカテープニング作業には差支えない接着強度が得られる。とくに本発明では、素線の表面がフィルムであるために、少量のレジンで十分な接着力が得られる。これに対しプリブレグシート7の基材としてガラスクロス、ポリエステルクロスなどを用いるとクロスの目が粗いため、第4図に示すように空隙溝9が確保できるようなワニス含有量に押えたときには、空隙12のように接着しない部分が生じ素線の接着強度が不十分となる。また

十分な接着強度を持たせるためにプリブレグシートのワニス含有量を多くすると、ワニスの流出量が多く、空隙溝9が極めて小さくなつたり、上下素線間に浸み込んだりして、含浸レジンの含浸性が悪くなる。したがってプリブレグシートの基材には、上記のような織物でない材質を用いる必要がある。

また本実施例によれば、第1図のB部分のように、素線束角部にコイル絶縁に好ましくない、レジジン、ガラスクロス等による角張りを生じない。

上記したような本実施例のコイルにおいては従来のコイルに比べ含浸性が改善されていることを確認するために、マイカテープを4回巻した素線を用いた亀甲コイルにより含浸性の比較試験を行った。素線と主絶縁は同じにして、素線束モールド方法として、ガラステープを素線束周囲に巻回した上にワニスを薄くはけ塗りした従来方式コイルを(A)、コイル直線部素線列横方向に60%のワニスを含むプリブレグガラスクロスシートを挿入する方法を用いたコイルを(B)、プリブレグシートを

用いた本実施例のコイルを(C)とする。これらのコイルを粘度6ボアズのエポキシレジンを用いて同時に真空加圧含浸を行い、加圧後5時間してコイルを取り出し、ナイフで絶縁層を切開きレジンの含浸状態を調査した。コイル(C)は主絶縁層、素線絶縁ともに完全に含浸されていた。しかしコイル(A)では素線絶縁の内側2層のマイカテープ、及び主絶縁層の内側から2層目のマイカテープが未含浸状態であり、コイル(B)では素線絶縁の内側2層のマイカテープが未含浸状態であつた。この実験から本発明のコイルは従来のコイルに比べ含浸性が優れていることは明らかである。

次に、従来コイルと本発明のコイルの電気的特性として課電寿命を比較した。従来コイルとしては種々の構成が考えられるが、ここでは、エナメルガラス巻線を素線とし、前記コイル(A)と同様な素線束モールド方法を用いたバーコイルに、マイカテープによる主絶縁を施したものを用いた。このコイルを(D)とする。この試験に用いた本発明の構成のコイル(C)も(D)と同じ長さのバーコイルを用

いた。試料数は各々7本とし、両コイルともに完全に含浸される条件で真空加圧含浸し、加熱硬化した。コイル(C)には、13.4 kV/mm、コイル(D)には10.1 kV/mmの商用周波電界を印加し、絶縁破壊するまでの時間(課電寿命)を求めた。結果を対数正規確率紙にプロットして第5図に示す。コイル(C)への印加電界はコイル(D)に比べ33%高いにもかかわらず、課電寿命はほぼ同等である。もし同一のマイカ絶縁を用いたとすれば、印加電界を33%高くすると過去の試験結果から課電寿命が約1/10となる。これより、両コイルに同一の電界を印加したならば、本発明のコイルの課電寿命は従来コイルに比べ約10倍長くなると推定される。更に本発明のコイル(C)の寿命のばらつきは従来コイル(D)のばらつきより小さいことが第5図より理解できる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、絶縁耐力の高いマイカ巻平角線線を素線として用いたためコイルの絶縁耐力、課電寿命特性が優れる回転電

機用含浸施設が提供できる。

また素線モールド方法を改善し、素線配列の縦方向に、必要最小限の接着ワニスが付着させたブリブレジンを挿入し加熱モールドする方法を採用したので必要以上に素線周りにワニスが出ることなく、素線束角部に絶縁特性に悪影響を及ぼす角張り等が生じない。このようにすると、また、コイルエンド部に先ず含浸したレジンをコイル直線部に効果的に導くための間隙溝が素線角部に確保され、主絶縁の内層側及び従来方式コイルでは含浸性に難点のあるマイカテープを巻回した電線を完全に含浸させることができるので、電気的特性のばらつきが小さく信頼性の高い回転電機のコイルが提供できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

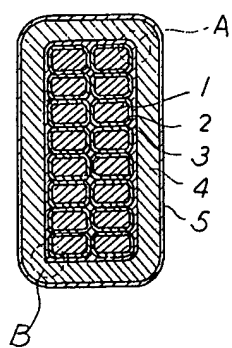
第1図は従来のコイルの直線部断面図、第2図は本発明の一実施例のコイルの直線部断面図、第3図は本発明の一実施例のコイル<sup>10</sup>直線部における素線束モールド部の拡大断面図、第4図はブリブレジンの基材にガラスクロス等の織物を用い

た場合の素線角部近傍の拡大断面図、第5図は従来コイル(D)と本発明のコイル(C)の課電寿命を比較して示す図である。

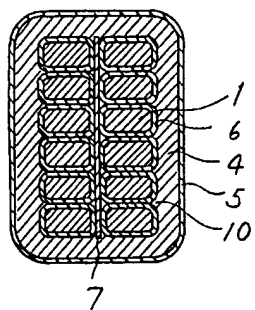
- 1…素線導体、 4…主絶縁、 5…低抵抗層、
- 6…マイカ絶縁層による素線絶縁、
- 7…ブリブレジン、 8…接着ワニス、
- 9, 10…空隙溝、 11…ガラス等の繊維。

代理人 弁理士 則 近 憲 佑 (ほか1名)

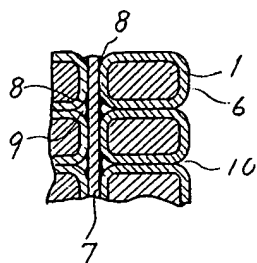
第 1 図



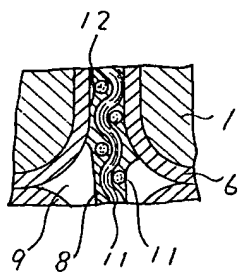
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

